نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 221-213

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 213-221

یادداشت پژوهشی

ارزیابی ویژگی‌های کمی و کیفی دو روش برداشت نیشکر (با هدف تولید انرژی و تولید شکر)

کورش اندکایی‌زاده[1]- محمدجواد شیخ‌داودی[2]*- میلاد بی‌ریا[3]

تاریخ دریافت: 1394/11/17
تاریخ پذیرش: 1395/05/27

چکیده

نیشکر یک گیاه مهم در جهان می‌باشد که با هدف تولید شکر و تولید انرژی کشت می‌شود، به همین دلیل ارزیابی دو روش برداشت یکی با هدف تولید شکر و دیگری با هدف تولید انرژی ضرورت پیدا می‌کند. در این تحقیق دو سیستم برداشت نیشکر و مورد بررسی قرار گرفته است. پارامترهای کمی شامل مصرف سوخت بر حسب لیتر بر هکتار، توان مصرف شده ماشین برداشت نیشکر بر حسب کیلووات، بازده گشتاور موتور برحسب (٪)، روغن هیدرولیک مصرف شده در تیغه برش، چاپر، بالابر بر حسب مگاژول بر مگاگرم، سرعت پیشروی کیلومتر بر ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای برحسب هکتار بر ساعت، عملکرد مزرعه‌ای مگاگرم بر هکتار و دبی خروجی نی بر حسب مگاگرم بر ساعت و پارامترهای کیفی شامل خصوصیات گیاه بود که شامل میانگین قطر متوسط ساقه برحسب میلی‌متر، ارتفاع ساقه بر حسب متر، تعداد ساقه بر متر، درصد ساقه‌های بریده شده سالم و تا حدی آسیب‌دیده و به‌شدت آسیب‌دیده، ارتفاع متوسط کاه و کلش بر حسب میلی‌متر، متوسط جرم مخصوص ظاهری کیلوگرم بر مترمکعب، میانگین درصد رطوبت، میانگین عملکرد ماده خشک (بیوماس) بر حسب مگاگرم بر هکتار اندازه‌گیری شد. تحلیل داده با استفاده از روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده انجام شد. نتایج نشان داد که میزان برداشت در روش برداشت با هدف تولید شکر از لحاظ پارامترهای کمی ماشین برداشت نیشکر در شرایط مطلوبی نسبت به روش برداشت با هدف تولید انرژی قرار دارد ولی از نظر خصوصیات کیفی گیاه سیستم برداشت با هدف تولید انرژی وضعیت بهتری دارد چون دارای ضریب ترکیبی بالایی است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، برداشت، مجموع ساده وزنی شده، نیشکر

مقدمه

برداشت نیشکر یکی از مهمترین عملیات زراعی کشت و صنعت‌های نیشکر در جهان است. هدف اصلی از کشت این محصول تولید شکر است؛ ولی اخیراً در کشورهایی مانند برزیل، این محصول را با هدف تولید انرژی کشت می‌کنند. انرژی برای توسعه اقتصادی و اجتماعی بسیار حیاتی بوده و تقاضا برای آن در حال افزایش است (Abbubakr and Umar, 2006). نگاه جامعه جهانی به سمت جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی است که این هدف با استفاده از تولید سوخت‌های مایع که از منابع کشاورزی به‌دست می‌آید محقق می‌گردد. طبق محاسبات حدود 47٪ منابع انرژی تجدیدپذیر کشور برزیل از گیاه نیشکر به‌دست می‌آید به همین دلیل به‌عنوان دومین منبع انرژی تجدیدپذیر در این کشور شناخته می‌شود (Brasil, 2012). نیشکر حدود 17/5 ٪ منابع انرژی اولیه برزیل را تأمین می‌کند. از نیشکر موادی مانند اتانول و باگاس به‌دست می‌آید که به‌ترتیب 4/2 و 11/2 درصد از انرژی مصرفی را تامین می‌کنند (Brasil, 2012). در کشورهای در حال توسعه، میزان استفاده از این محصول را در جهت نیل به خودکفایی در تولید نشاسته و شکر و در نتیجه استقلال در تولید اتانول زیستی، افزایش می‌دهند (Bagheri Neshani *et al*., 2013). ارزیابی مصرف انرژی سیستم‌های تولیدی، روش اندازه‌گیری تبدیل عملکرد محصول به میزان انرژی را نشان می‌دهد (Mantoam *et al*., 2014). بسیاری از محصولات مانند نیشکر توانایی تولید انرژی زیستی را دارند. از گیاه نیشکر موادی مانند اتانول سلولزی و مواد شیمیایی دیگر و سوخت‌های زیستی به‌دست

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
2- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
3- دانشجوی دکتری رشته علوم خاکشناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
(*- نویسنده مسئول: Email: Mj.davoodi@scu.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v7i2.53629

می‌آید به همین دلیل برداشت با هدف تولید انرژی به‌عنوان یک سیستم جدید از برداشت نیشکر معرفی می‌شود (Knoll *et al*., 2012: Richard and Anderson, 2014). ولی یکی از مشکلات روش برداشت با هدف تولید انرژی هزینه‌های بالای آن و مصرف انرژی زیاد ماشین برداشت نیشکر است. به‌طوری که مجموع هزینه‌ها در روش برداشت با هدف تولید انرژی 38/4 درصد هزینه‌های کل تولید است (Mislevy and Fluck, 1992) درحالی که در روش برداشت با هدف تولید شکر 32/5 درصد مجموع هزینه‌های کل است (Salassi and Barker, 2008).

در پژوهشی که توسط Mathanker و همکاران (2015) با عنوان قدرت موردنیاز و عملکرد مزرعه‌ای دو روش برداشت، برداشت با هدف تولید انرژی و برداشت با هدف تولید شکر انجام شد. قدرت مورد نیاز برخی از اجزا ماشین برداشت نیشکر و عملکرد مزرعه‌ای آن در روش برداشت با هدف تولید انرژی و برداشت با هدف تولید شکر مورد بررسی قرار گرفت. قدرت مصرف شده توسط تیغه برش[1]، بالابر[2] و چاپر[3] بر حسب مگاگرم بر ساعت ($Mg.h^{-1}$) اندازه‌گیری شد. در برداشت با هدف تولید انرژی، انرژی مصرفی چاپر 1/65 کیلوژول بیشتر از برداشت با هدف تولید شکر بود. پارامترهای کمی شامل سرعت پیشروی کیلومتر بر ساعت ($km.h^{-1}$)، ظرفیت مزرعه‌ای هکتار بر ساعت ($ha.h^{-1}$)، عملکرد مزرعه‌ای مگاگرم بر هکتار ($Mg.ha^{-1}$) و دبی خروجی نی بر حسب مگاگرم بر ساعت ($Mg.h^{-1}$) نیز اندازه‌گیری شد. در پایان بین دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی و برداشت با هدف تولید شکر مقایسه آماری صورت گرفت. در این پژوهش هدف ارائه روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده است که از پارامترهای محاسبه شده توسط Mathanker و همکاران (2015) در این پژوهش استفاده شده است. روش مجموع ساده وزنی شده یک روش مدیریتی است که قدرت تصمیم‌سازی[4] را برای یک مدیر فراهم می‌کند (Heragu, 1997). اساس روش ساده وزنی شده به این صورت است که مجموع وزن عملکرد پارامترها که هر کدام دارای ویژگی‌های مختلفی هستند را به‌دست می‌آورد (Chen and Hwang, 1992: Maccrimmon, 1968). روش ساده وزنی شده شامل دوگام اساسی که عبارتند از: 1- بدون بعد کردن همه پارامترها برای مقایسه کردن، 2- جمع کردن ارزش‌های همه پارامترها (Hwang and Yoon, 1981: Kabassi and Virvou, 2004).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق پارامترهای کمی شامل مصرف سوخت بر حسب لیتر بر هکتار ($Lit.ha^{-1}$)، توان مصرف شده ماشین برداشت نیشکر (model:3522 John Deere, Thibodaux) بر حسب کیلووات (kW)، بازده گشتاور موتور برحسب (٪)، انرژی ناشی از روغن هیدرولیک مصرف شده در تیغه برش، چاپر و بالابر بر حسب مگاژول بر مگاگرم ($Mj.Mg^{-1}$)، سرعت پیشروی بر حسب کیلومتر بر ساعت ($km.h^{-1}$)، ظرفیت مزرعه‌ای بر حسب هکتار بر ساعت ($ha.h^{-1}$)، عملکرد مزرعه‌ای بر حسب مگاگرم بر هکتار ($Mg.ha^{-1}$) و دبی خروجی نی بر حسب مگاگرم بر ساعت ($Mg.h^{-1}$) و پارامترهای کیفی گیاه نیشکر شامل میانگین قطر متوسط ساقه بر حسب میلی‌متر (mm)، ارتفاع ساقه بر حسب متر (m)، تعداد ساقه بر متر ($steam.m^{-1}$)، درصد ساقه‌های بریده شده سالم و تا حدی آسیب دیده و به شدت آسیب دیده، ارتفاع متوسط کاه و کلش بر حسب میلی‌متر (mm)، متوسط جرم مخصوص ظاهری بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب ($kg.m^{-3}$)، میانگین درصد رطوبت، میانگین عملکرد ماده خشک (بیوماس) بر حسب مگاگرم بر هکتار ($Mg.ha^{-1}$) اندازه‌گیری شد و تحلیل داده ها با روش مجموع ساده وزنی شده انجام گرفت. جدول‌های 1 و 2 به‌ترتیب میزان و برحسب پارامترهای کمی و کیفی برای دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B) به‌صورت ماتریس r_{ij} براساس معیارهای مورد اندازه‌گیری شده (C) مرتب شده‌اند.

پارامترها مورد اندازه‌گیری به‌صورت C1، C2، C3، C4، C5، ... و C10 نشان داده شده‌اند به‌طوری که تشکیل یک ماتریس 10×2 را می‌دهند که ستون‌ها نشان‌دهنده تعداد سیستم ا هستند که مقدار آن 2 (سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)) است.

گام اول: برای مقایسه، تمام پارامترها را به کل تقسیم می‌کنیم تا بدون بعد شوند (به این دلیل که پارامترهای مورد اندازه‌گیری دارای واحدهای متفاوتی هستند به همین دلیل برای مقایسه مناسب عمل بدون بعد کردن پارامترها انجام می‌شود). طبق رابطه (1) ماتریس Pij را تشکیل می‌دهیم (Shakouri *et al*., 2014). در این پژوهش برای خصوصیات کمی فاکتورهای مصرف سوخت[5] C_2، انرژی مصرف شده برای تیغه برش[6] C_8 و الواتور[7] C_9 و برای خصوصیات کیفی فاکتورهای درصد ساقه‌های تاحدی آسیب دیده[8] (C5) و به شدت آسیب دیده[9] (C6) به‌عنوان عامل‌های منفی در نظر گرفته شدند که از رابطه (2) به‌دست می‌آیند.

1- Basecutter
2- Elevator
3- Chopper
4- Decision making

5- Fuel Consumption
6- Base Cutter
7- Elevator
8- Partially damaged stools
9- Severely damaged stools

جدول 1– پارامترهای کمی برای دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 1- Quantitative parameters for two Systems energycane (A) and Sugarcane (B)

Quantitative parameters (پارامترهای کمی)	EC (A)	SC(B)
Forward speed ($km.h^{-1}$).C_1 (سرعت پیشروی)	2.96	5.75
Fuel consumption ($Lit.h^{-1}$).C_2 (مصرف سوخت)	46.08	50.02
Motor torque (%).C_3 (گشتاور موتور)	71.09	78.35
Effective capacity ($ha.h^{-1}$).C_4 (ظرفیت مؤثر)	0.32	0.61
Throughput ($Mg.h^{-1}$).C_5 (دبی خروجی)	30.31	89.5
Harvester power (kW).C_6 (توان ماشین برداشت)	208.54	230.7
Yield ($Mg.ha^{-1}$).C_7 (عملکرد)	96	144.83
Base cutter ($Mj.mg^{-1}$).C_8 (تیغه برش)	1.48	0.61
Chopper ($Mj.mg^{-1}$).C_9 (خردکن)	1.42	0.3
Elevator ($Mj.h^{-1}$).C_{10} (بالابر)	0.4	0.18

جدول 2– پارامترهای کیفی برای دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 2- Qualitative parameters for two Systems energycane (A) and Sugarcane (B)

Qualitative parameters (پارامترهای کیفی)	EC (A)	SC (B)
Average stem diameter at cutting height (mm).C1 (میانگین قطر ارتفاع ساقه بریده شده)	14.5	24.9
Average stem height (m).C2 (میانگین ارتفاع ساقه)	2.8	2.5
Average stem count in a row ($steam.m^{-1}$).C3 (میانگین مقدار ساقه بر ردیف)	33.8	12.6
Undamaged stools (%).C4 (ساقه سالم)	10.4	10.3
Partially damaged stools (%).C5 (ساقه تا حدی آسیب‌دیده)	43.7	65.9
Severely damaged stools (%).C6 (ساقه به شدت آسیب‌دیده)	45.9	23.8
Average stubble height (mm).C7 (میانگین ارتفاع کاه و کلش)	143	20.8
Average bulk density of harvested biomass ($kg.m^{-3}$).C8 (میانگین جرم مخصوص ظاهری مواد بیوماس)	143.8	349.4
Average moisture content (%).C9 (میانگین درصد رطوبت)	58.4	70
Average yield (dry matter basis) ($Mg.ha^{-1}$).C10 (میانگین عملکرد (براساس ماده خشک))	39.9	43.5

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}} \quad (1)$$

$$P_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}} \quad (2)$$

رابطه (3) میزان اثرگذاری پارامترها بر روی تصمیم‌سازی جهت راهکار مناسب را نشان می‌دهد (Shakouri *et al.*, 2014).

$$P_{ij} \times \ln(P_{ij}) \quad (3)$$

طبق رابطه‌های (4)، (5) و (6) به‌ترتیب مقادیر Ej، Dj و Wj را به‌دست می‌آوریم (Wang, 2015). رابطه (4) میزان عدم قطعیت اطلاعات (Ej) را به‌وسیله بدون بعد کردن داده‌ها در ماتریس P_{ij} نشان می‌دهد و همچنین ظرفیت موردنیاز عدم قطعیت همه اطلاعات را نشان می‌دهد (Balocco and Verdesca, 2007). m تعداد سیستم‌ها است که در این پژوهش برابر 2 است.

$$E_j = -\frac{1}{\ln(m)} . \sum_{i=1}^{m} P_{ij} . \ln(P_{ij}) \quad (4)$$

رابطه (5) درجه انحراف از اطلاعات (D_j) را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که چقدر معیارها برای تصمیم‌گیری در مورد سیستم‌ها مؤثر هستند و رابطه (6) وزن یا ارزش هر معیار (Wj) را محاسبه می‌کند (Shakouri *et al.*, 2014).

$$D_j = 1 - Ej \quad (5)$$

$$W_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \quad (6)$$

محاسبات گام اول در جدول‌های 3 و 4 نشان داده شده است.

جدول 3- تشکیل ماتریس P_{ij} برای دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 3- Pij matrix for the two Systems energycane (A) and Sugarcane (B)

Pij	A	B	Lnpij (EC)	Lnpij (SC)
Forward speed ($km.h^{-1}$).C_1 (سرعت پیشروی)	0.339839265	0.660160735	-1.079	-0.4152719
Fuel consumption ($Lit.h^{-1}$).C_2 (مصرف سوخت)	0.52049948	0.47950052	-0.652966391	-0.7350103
Motor torque (%).C_3 (گشتاور موتور)	0.475709315	0.524290685	-0.742948295	-0.645709
Effective capacity ($ha.h^{-1}$).C_4 (ظرفیت مؤثر)	0.344086022	0.655913978	-1.06686359	-0.4217256
Throughput ($Mg.h^{-1}$).C_5 (دبی خروجی)	0.252983891	0.747016109	-1.374429464	-0.2916685
Harvester power (kW).C_6 (توان ماشین برداشت)	0.525225389	0.474774611	-0.643927796	-0.7449151
Yield ($Mg.ha^{-1}$).C_7 (عملکرد)	0.398621434	0.601378566	-0.919743099	-0.5085306
Base cutter ($Mj.mg^{-1}$).C_8 (تیغه برش)	0.291866029	0.708133971	-1.231460388	-0.345122
Chopper ($Mj.mg^{-1}$).C_9 (خردکن)	0.174418605	0.825581395	-1.746297095	-0.1916674
Elevator ($Mj.h^{-1}$).C_{10} (بالابر)	0.310344828	0.689655172	-1.170071253	-0.3715636

جدول 4- انجام محاسبات در گام اول برای دوسیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

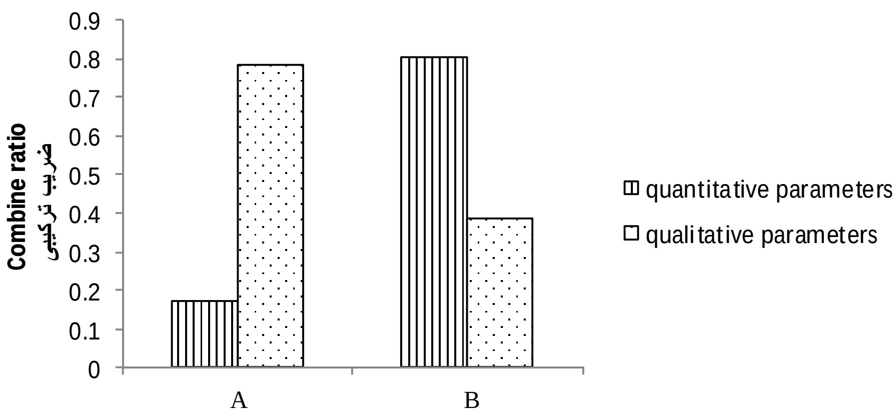
Table 4- At the first step calculation for the two Systems energycane (A) and Sugarcane (B)

Pij*lnpij		total	Ej	Dj	Wj
-0.36668656	-0.2741462	-0.64083279	0.924526293	0.07547370	0.08090251
-0.33986866	-0.3524378	-0.69230648	0.998787136	0.00121286	0.00130010
-0.35342742	-0.3385392	-0.69196664	0.998296842	0.00170315	0.00182566
-0.36709284	-0.2766157	-0.64370858	0.928675181	0.07132481	0.07645520
-0.34770851	-0.2178810	-0.56558960	0.815973316	0.18402668	0.19726369
-0.33820722	-0.3536667	-0.691874	0.998163188	0.00183681	0.00196893
-0.36662931	-0.3058194	-0.67244874	0.970138471	0.02986152	0.03200946
-0.35942145	-0.2443925	-0.60381405	0.871119535	0.12888046	0.13815081
-0.30458670	-0.1582370	-0.46282375	0.667713541	0.33228645	0.35618777
-0.36312556	-0.2562507	-0.61937629	0.893571102	0.10642889	0.11408431
				0.93303539	1

جدول 5- ماتریس نرمال برای پارامترهای کمی دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 5- n_{ij} matrix for the two Systems energycane (A) and Sugarcane (B)

n_{ij}	A	B
Forward speed ($km.h^{-1}$).C_1 (سرعت پیشروی)	0.514782609	1
Fuel consumption ($Lit.h^{-1}$).C_2 (مصرف سوخت)	0.078768493	0
Motor torque (%).C_3 (گشتاور موتور)	0.907338864	1
Effective capacity ($ha.h^{-1}$).C_4 (ظرفیت مؤثر)	0.524590164	1
Throughput ($Mg.h^{-1}$).C_5 (دبی خروجی)	0.338659218	1
Harvester power (kW).C_6 (توان ماشین برداشت)	0.903944517	1
Yield ($Mg.ha^{-1}$).C_7 (عملکرد)	0.662846095	1
Base cutter ($Mj.mg^{-1}$).C_8 (تیغه برش)	0	0.587837838
Chopper ($Mj.mg^{-1}$).C_9 (خردکن)	0	0.788732394
Elevator ($Mj.h^{-1}$).C_{10} (بالابر)	0	0.55



شکل 1- ارزیابی پارامترهای کمی و کیفی برای سیستم‌های برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Fig. 1. Evaluation of qualitative and quantitative parameters Energycane (A) and Sugarcane (B) systems

گام دوم: به‌دست آوردن یک ضریب ترکیبی برای سیستم‌های مورد بررسی است (به‌صورت A^* و B^* نشان داده می‌شود) که بتوان برای این سیستم‌ها تصمیم‌سازی صورت بگیرد که کدام سیستم با توجه به پارامترهای اندازه‌گیری شده براساس وزن محاسبه شده (Wj) و نرمال‌سازی داده‌ها (nij) بهترین حالت را برای مصرف بهینه انرژی مشخص می‌کند و طبق رابطه (7) و (8) به‌دست می‌آید. در جدول 5 ماتریس n_{ij} نشان داده شده است.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{ij\,(max)}} \tag{7}$$

$$n_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{r_{ij\,(max)}} \tag{8}$$

رابطه (9) میزان ضریب ترکیبی را نشان می‌دهد.

$$A^* = \frac{\Sigma(n_{ij} \times W_j)}{\Sigma W_j} \tag{9}$$

نتایج و بحث

جدول 6 و 7 و شکل 1 به‌ترتیب میزان و ارزش ضرایب ترکیبی را برای دو سیستم برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B) را نشان می‌دهند.

شکل 1 نشان می‌دهد که میزان برداشت با هدف تولید انرژی دارای مصرف بهینه انرژی نیست ولی از لحاظ پارامترهای کیفی که خصوصیات گیاه را شامل می‌شود خیلی بهتر از روش برداشت با هدف تولید شکر است چون دارای ضریب ترکیبی بالایی است. ولی سیستم برداشت با هدف تولید شکر از لحاظ پارامترهای کمی نسبت به سیستم برداشت با هدف تولید انرژی در وضعیت بهتری قرار دارد زیرا دارای ضریب ترکیبی بالایی است. نتایج حاصل از Mathanker و همکاران (2014) نشان داد که در روش برداشت با هدف تولید انرژی ماشین برداشت نیشکر مصرف انرژی بیشتری نسبت به روش برداشت با هدف تولید شکر دارد.

Mislevy و همکاران (1992) تحقیقی بر روی ماده خشک در روش برداشت با هدف تولید انرژی انجام دادند که نتایج نشان داد که میزان ماده خشک در این روش افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده با نتایج Mislevy و همکاران (1992) و Mathanker و همکاران (2014) مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

انتخاب سیستم مناسب برداشت نیشکر باید با توجه به هدف برداشت صورت گیرد. سیستم برداشت با هدف تولید انرژی دارای مصرف زیاد انرژی است؛ که این مورد باعث افزایش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. ولی از طرفی کیفیت گیاه و بیوماس به‌دست آمده از آن، بهتر است، ولیکن در روش برداشت با هدف تولید شکر دارای مصرف بهینه انرژی است. ولیکن از لحاظ کیفی گیاه در شرایط مناسبی قرار ندارد. به همین دلیل قبل از کشت محصول باید هدف از برداشت محصول مشخص شود.

جدول 6- میزان ضرایب ترکیبی محاسبه شده برای پارامترهای کمی سیستم‌های برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 6- The calculated combined ratio for quantitative parameters Energycane (A) and Sugarcane (B) systems

Systems	Combined ratio
A	0.17164897
B	0.801793114

جدول 7- میزان ضرایب ترکیبی محاسبه شده برای پارامترهای کیفی سیستم‌های برداشت با هدف تولید انرژی (A) و برداشت با هدف تولید شکر (B)

Table 7- The calculated combined ratio for qualitative parameters Energycane (A) and Sugarcane (B) systems

Systems	Combined ratio
A	0.786843919
B	0.387377486

References

1. Abubakar, M., and B. Umar, 2006. Comparison of energy use patterns in Maiduguri and yoke flour mills Nigeria. The CIGR Journal of Scientific Research and Development, Agricultural Engineering International 16. Available at: http://cigrjournal.org/index.php/Ejounral/article/view/671. Accessed to May 2006.
2. Bagheri Neshani, A., A. A. Zeraei, and M. Bahadorifar. 2013. Impact assessment of economic, social and ecological production of bioethanol from SC and maize in rural areas. Second National Conference on Renewable Energy and Clean, Tehran. 10 Pages. (In Farsi).
3. Balocco, C., and D. Verdesca. 2007. Shannon entropy for energy technologies ex-ante evaluation. International Journal of Environmental Technology and Management 7(1/2): 197-217. Available at: http://dx.doi.org/10.1504/IJETM.2007.013245. Accessed may 2007.
4. Brasil. 2012. Ministe´ rio de Minas e Energia. Balanc¸o energe´tico nacional. Brası´lia. Available at: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%c3%adntese%20do%20Relat%c3%b3rio%20Final_2012_Web.pdf.
5. Chen, S. J., and C. L. Hwang. 1992. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer Verlag, New York.
6. Heragu, S. 1997. Facilities Design. PWS Publishing, Boston. Massachusetts.
7. Hwang, C. L., and Yoon, K. 1981. Multiple Attribute Decision Making – Method and Applications, A State of the Art Survey. Springer Verlag, New York.
8. Kabassi, K., and M. Virvou. 2004. Personalised adult e-training on computer use based on multiple attribute decision making. Interacting with Computers 16, 115–132. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953543803001127. Accessed February 2004.
9. Knoll, J. E., W. F. Anderson, T. C. Strickland, R. K. Hubbard, and R. Malik. 2012. Low-input production of biomass from perennial grasses in the coastal plain of Georgia, USA. Bioenergy Research 5 (1): 206-214. Available at: http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12155-011-9122-x. Accessed May 2012.

10. Maccrimmon, K. R. 1968. Decision making among multiple attribute alternatives: A survey and consolidated approach. RAND Memorandum, RM-4823-ARPA. 78 pages. Available at: http://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM4823.html. Accessed December 1968.
11. Mantoam, J. E., M. Milan, M. L. Gimenez, and L. Th. Romaneli. 2014. Embodied energy of SC harvesters. Biosystem Engineering. 155-166. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511013001992. Accessed January 2014.
12. Mathanker, S. K., H. Gan, J. C. Buss, B. Lawson, A. C. Hansen, and K. C. Ting. 2015. Power requirements and field performance in harvesting EC and SC. Biomass and Bioenergy 75: 227-234. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953415000616. Accessed April 2015.
13. Mislevy, P., and R. C. Fluck. 1992. Harvesting operations and energetics of tall grasses for biomass energy production: a case study. Biomass Bioenergy 3 (6): 381-387. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/096195349290033M. Accessed June 1992.
14. Mislevy, P., F. G.Martin, M. B. Adjei, and D. J. Miller. 1995. Agronomic characteristics of US 72-1153 energycane for biomass. Biomass and Bioenergy. 449-457. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/096195349500050X. Accessed May 1995.
15. Richard, E. P., and W. F. Anderson. 2014. SC, EC, and napiergrass. In: Karlen DL, editor. Cellulosic energy cropping systems. John Wiley & Sons, Ltd. p. 91-108.
16. Salassi, M. E. and Barker, F.G. 2008. Reducing harvest costs through coordinated SC harvest and transport operations in Louisiana. Journal Assoc SC Technol 28: 32-41. Available at: http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301692925.
17. Shakouri, H., M. Nabaee, and S. Aliakbarisani. 2014. A quantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (data envelopment analysis) and SAW (simple additive weighting) as complementary methods for the "Grammar". Energy (64): 640-647. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544213008712. Accessed January 2014.
18. Wang, Y. J. 2015. A fuzzy multi-criteria decision-making model based on simple additive weighting method and relative preference relation. Applied Soft Computing 30: 412-420. Available at: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568494615000903. Accessed May 2015.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 8, No. 1, Spring - Summer 2018, p. 213-221

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد 8، شماره 1، نیمسال اول 1397، ص 221-213

Brief Report
Qualitative and Quantitative Features Evaluation of Two Methods of Sugarcane Harvesting (with aim of Energy and Sugar Production)

K. Andekaizade[1]- M. J. Sheikh Davoodi[2*]- M. Byria[3]
Received: 06-02-2016
Accepted: 17-08-2016

Introduction

Sugarcane is an important plant in the world that cultivate for the production of sugar and energy. For this purpose, evaluation of Sugarcane (SC) and Energycane (EC) methods is necessary. Energy is vital for economic and social development and the demand for it is rising. The international community look toward alternative to fossil fuels is the aim of using liquid fuel derived from agricultural resources. According to calculations, about 47% from renewable energy sources in Brazil comes from sugarcane so as, the country is known the second largest source of renewable energy. Sugarcane in Brazil provides about 17.5% of primary energy sources. Material such as bagasse and ethanol are derived from sugarcane that provide 4.2% and 11.2 % consumed energy, respectively . In developing countries, the use of this product increase in order to achieve self-sufficiency in the production of starch and sugar and thus independence in bioethanol production. Evaluation of energy consumption in manufacturing systems, show the measurement method of yield conversion to the amount of energy. Many of products of Sugarcane have ability to produce bioenergy. Many materials obtain from sugarcane such as, cellulosic ethanol, biofuels and other chemical materials. Hence, Energycane is introduced as a new method of sugarcane harvesting. But, one of the problems of this method is high cost and high energy consumption of harvester. So that the total cost of Energycane method is 38.4 percent of production total costs, whereas, this cost, in Sugarcane method is 5.32 percent of production total costs.

In a study that was conducted by Matanker et al (2014) with title “Power requirements and field performance in harvesting EC and SC”, the power requirements of some components of sugarcane harvester and its field capacity, in Sugarcane and Energycane methods were examined. The consumed power by basecutter, elevator and chopper was measured in terms of Mega grams per hour ($Mg.h^{-1}$)

Chopper energy consumption in Energycane method was 1.65 KJ more than Sugarcane method. The quantitative parameters including forward speed ($km.h^{-1}$), field capacity ($ha.h^{-1}$), the field performance ($Mg.ha^{-1}$) and reed output ($Mg.h^{-1}$) were also measured. Finally, statistical comparison was conducted between the two methods. The aim of this study is to provide Simple Additive Weighting (SAW) method using the calculated parameters by the Matanker et al. This method provides decision-making ability for a manager.

Materials and Methods

In this study, quantitative parameters including fuel consumption ($Lit.ha^{-1}$), harvester power (kW), efficiency of engine torque (%), energy of used hydraulic oil in basecutter, chopper and elevator ($Mj.Mg^{-1}$), forward speed ($km.h^{-1}$), field capacity ($ha.h^{-1}$), the field performance ($Mg.ha^{-1}$) and reed output ($Mg.h^{-1}$) and qualitative parameters including the mean of average diameter of the stem (mm),

1- Graduated Student from Agricultural Mechanization, Shahid Chamran University of Ahvaz
2- Associate Professor, Department of Biomechanical Mechanics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz
3- Ph.D. Student in Soil Science, Ramin University of Agriculture and Natural Resources
(* Corresponding Author Email: Mj.davoodi@scu.ac.ir)

stem height (m), number of stems on the meter (m^{-1}), the percentage of cut stems and intact, cut stems and partially damaged and strongly damaged stems. The average height of straw and the stubble (mm), average of bulk density ($kg.m^{-3}$), the average of moisture content, average of dry matter (biomass), ($Mg.ha^{-1}$) were measured. Data analysis was conducted with Simple Additive Weighting (SAW) method. Tables 1 and 2 in terms of qualitative and quantitative parameters for the two methods of A and B, to form of rij matrix and based on measured criteria (C) have arranged, respectively.

Conclusions

Choosing the appropriate method for sugarcane harvesting should be according to the purpose of harvesting. Energycane method has high energy consumption that it increases the operational costs. On the other hand, the quality of the obtained biomass from it is better, but Sugarcane method has high energy efficiency. But in terms of quality, the plant is not in good condition. For this reason, it is necessary, aim of harvesting and its type, be specified before crop planting.

Keywords: Energy, Harvesting, Simple additive weights, Sugarcane